

welchen Umständen die gängigen Theorien der Flare-Entstehung einen Superflare auf unserem Mutterstern zulassen – und wie oft ein solches Ereignis statistisch zu erwarten wäre. Ihr Ergebnis ist bemerkenswert: Ein Ereignis mit einer freigesetzten Energie von 10^{27} Joule könnte demzufolge alle 800 Jahre eintreten, eines mit 10^{28} Joule immerhin alle 5000 Jahre. Ankündigen würden sich solch außergewöhnliche Ausbrüche lange im Voraus – durch langlebige, extrem große Sonnenflecken.

Sonnenflecken verdunkeln die Sonne?

Aber genau hier liegt das Problem dieser – sehr spekulativen – Studie, finden Carolus Schrijver vom Lockheed Martin Advanced Technology Center in Palo Alto im US-Bundesstaat Kalifornien und seine Mitarbeiter. Ein solcher Fleck müsste mindestens zwölf Prozent der sichtbaren Sonnenhemisphäre bedecken und damit

die Solarkonstante in Erdnähe spürbar reduzieren – doch auch so etwas hat noch niemand beobachtet (siehe Bild S. 26). Selbst im Mittelalter ohne die Hilfe durch Teleskope hätten die Menschen einen solchen Fleck bemerkt, meint Schrijver. Der größte je beobachtete Sonnenfleck wurde im Jahr 1874 vom Royal Greenwich Observatory in England dokumentiert. Er bedeckte gerade einmal 0,84 Prozent der Sonnenscheibe. Schrijver und sein Team halten es daher für unwahrscheinlich, dass Flares jenseits von 10^{26} Joule, entsprechend etwa der Röntgenintensitätsklasse X-17, bei unserer Sonne überhaupt auftreten.

Also doch ein kurzer Gammablitz? Was aber, wenn sich kein Schwarzes Loch oder Neutronenstern passenden Alters und Entfernung von der Erde finden lässt? Dann bleibt, aller beobachterischen Defizite zum Trotz, die Sonne der einzige Kandidat zur Erklärung des mysteriösen Strahlungsausbruchs.

Nun stellt sich die Frage, was man mit all diesen Spekulationen anfangen soll. Muss sich die Menschheit für Super-Sonnenflares rüsten? Vielleicht sollte man auf Werner Curdt vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Katlenburg-Lindlau hören: Auch er hält das von Shibata und dessen Kollegen entworfene Szenario für unwahrscheinlich. Solange jedoch der auslösende Mechanismus von Sonnenflares nicht vollständig verstanden ist, könne man nicht ausschließen, dass solch ein Ereignis eines Tages tatsächlich einmal eintreten wird. Wir tun also recht gut daran, uns mit diesem Thema zu beschäftigen.

Im Gegensatz zu unseren Vorfahren im Mittelalter hätte ein Superflare für unsere hochtechnisierte Gesellschaft drastische Konsequenzen – Elektronik und Elektrik würden flächendeckend Schaden nehmen. Das alleine ist Grund genug, Curdts Rat zu folgen. Das Rätsel eines mysteriösen kosmischen Strahlenausbruchs zu Zeiten Karls des Großen bleibt jedenfalls vorerst ungelöst.

ZUM NACHDENKEN

C-14-Anomalie in den Jahren 774 und 775



Der Grund für die erhöhte Menge von radioaktivem Kohlenstoff-14 (C-14) in japanischen Zedern ist unbekannt. Als Ursache für den Energieeintrag in die Erdatmosphäre zur Produktion des C-14 kommen verschiedene Ereignisse in Betracht: Ein Superflare von unserer Sonne, ein Gammastrahlenblitz und eine Supernova-Explosion. Letztere Möglichkeit wird hier näher beleuchtet.

Aufgabe 1: Aus der Konzentration in den Zedern leiteten die Forscher für eine $\Delta t = 1$ Jahr andauernde Bestrahlung der Erde eine erforderliche C-14-Produktionsrate von $p = 19$ C-14-Atomen/($\text{cm}^2 \text{ s}$) ab. Man berechne die Zahl N_{C14} der entstandenen C-14-Atome, wenn die Querschnittsfläche der Erde in Δt permanent bestrahlt wurde. Der Erdradius ist $R_{\text{Erde}} = 6378$ km.

Aufgabe 2: Welche Gesamtenergie war für die Erzeugung von N_{C14} erforder-

lich, wenn die Produktionseffizienz $\eta = 1,2 \cdot 10^9$ C-14-Atome/J beträgt?

Aufgabe 3: a) Zur Entstehung des C-14 ist ein energiereicher Strahlungseinfall im Gammabereich erforderlich. Wie groß müsste die von einer Supernova in diesem Bereich abgestrahlte Energie E_{SN} gewesen sein, wenn sie sich wie die historischen Supernovae SN 1006 und SN 1054 in rund $d_{\text{SN}} = 2$ kpc Distanz befände? **b)** Normale Supernovae emittieren im Gammabereich rund $E_{\gamma} = 3 \cdot 10^{42}$ J. Welche Distanz d_{C14} folgte daraus für eine Supernova, die für die Produktion der C-14-Atome verantwortlich sein könnte? AXEL M. QUETZ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **12. April 2013** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Haus der Astronomie, MPIA-Campus, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528377. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern Preise verlost: siehe S. 109

JAN HATTENBACH ist Physiker und an der Sternwarte der Volkshochschule Aachen tätig. In seinem Blog »Himmelslichter«, zu finden unter www.scilogs.de/kosmologs, schreibt er über alles, was am Himmel passiert.

Literaturhinweise

- Hambaryan, V. V., und Neuhäuser, R.:** A Galactic short gamma-ray burst as cause for the ^{14}C peak in AD 774/5. Erscheint in: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. doi:10.1093/mnras/sts378
- Maehara, H. et al.:** Superflares on solar-type stars. In: Nature 485, S. 478 – 481, 2012
- Miyake, Fusa, et al.:** A signature of cosmic ray increase in AD 774-775 from tree rings in Japan. In: Nature 496, S. 240 – 242, 2012
- Schrijver, C. J. et al.:** Estimating the frequency of extremely energetic solar events, based on solar, stellar, lunar, and terrestrial records. Journal of Geophysical Research, Vol. 117, A08103, 2012. doi: 10.1029/2012JA017706
- Shibata, K. et al.:** Can Superflares occur on our sun? Erscheint in: Publications of the Astronomical Society of Japan 65/3, 2013. arXiv:1212.1361